На правах рукописи

КИРИЛЛОВ Кирилл Александрович

МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ИХ КОНСТРУКЦИЮ

Специальность 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины

Автореферат диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2020

Работа выполнена в Государственном научном центре Российской Федерации – Федеральном государственном унитарном предприятии «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор, Заслуженный машиностроитель РФ **Гируцкий Ольгерт Иванович** (ФГУП «НАМИ»)

Официальные оппоненты: **Грифф Мирон Исаакович,** доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник транспорта, заведующий базовой кафедрой «Техническое регулирование при производстве и ремонте автомобилей и строительно-дорожных машин» ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ)

Грошев Анатолий Михайлович кандидат технических наук, доцент, директор Некоммерческого партнерства «Институт сертификации автомототехники» (НП ИНСАТ)

Ведущая организация: **ФКУ «Научный центр БДД МВД России»**

Защита состоится «09» сентября 2020 г. в 13 ^{00} часов на заседании диссертационного совета Д217.014.01 при ФГУП «НАМИ», по адресу: 125438, г. Москва, Автомоторная ул., д.2

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «НАМИ» и на сайте www.nami.ru по ссылке: http://www.nami.ru/activities/scientific-activity/dissertation-council/

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенные печатью организации, просим направлять по вышеуказанному адресу, ученому секретарю диссертационного совета, а копии присылать на e-mail: rinat.kurmaev@nami.ru

Автореферат разослан « 08 » июля 2020 года

Ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доцент Курмаев Ринат Ханяфиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность выбранной тематики определяется тем, что внесение изменений в конструкцию транспортных средств (ТС) в Российской Федерации, их «переоборудование» за последние 10-15 лет стало носить массовый характер. Ежегодно отделами технического надзора ГИБДД МВД России выдается около 200 тысяч свидетельств о соответствии ТС требованиям безопасности и наблюдается устойчивая тенденция к росту данных показателей. Оценочно, количество ТС, в конструкцию которых вносятся изменения, выше как минимум в два раза, так как фактически несанкционированное переоборудование встречается гораздо чаще.

Одними из основных причин «переоборудования» являются:

- ✓ недостаточная номенклатура выпускаемых промышленностью автотранспортных средств (АТС) по назначению, особенно в части специализированных и оснащенных дополнительным оборудованием;
- ✓ ограниченные возможности большинства эксплуатирующих автотехнику субъектов заказывать широкую номенклатуру дорогого специализированного подвижного состава и вынуждающее «переоборудовать» имеющиеся в наличии ТС;
- ✓ значительный срок службы находящихся в эксплуатации парка ТС, существенная часть моделей которых снята с производства;
- ✓ прекращение производства и поставки компонентов для целого ряда типов ТС, прежде всего, зарубежного производства, т.е. внесение изменений в конструкцию путем установки агрегатов, ранее не применявшихся и не сертифицированных в составе данного типа ТС.

Помимо востребованности данной услуги на рынке существует проблема отсутствия нормативно-правовых актов и стандартов, регулирующих на уровне национального законодательства, и необходимых стандартов, регламентирующих отношения в данной сфере. В настоящий период в действующем правовом поле не определены унифицированная методика и подход к порядку, методам и способам проверки и проведения технических экспертиз после «переоборудования» ТС.

Таким образом, выбранная тема исследования – обеспечение комплексной безопасности колесных транспортных средств, при переоборудовании за счет формирования регламентируемых требований, расчетных методов и испытаний на основе анализа международного опыта, разработка классификации, процедур и оснащенности, а также автоматизации процессов инженерных расчетов и документооборота в целом, особенно для эксплуатации транспортных средств в дорожно-климатических условиях РФ – актуальна.

Целью диссертации (работы) является разработка унифицированной методики обеспечения требований безопасности колесных транспортных средств, при внесении изменений в их конструкцию.

Задачи исследования. Для достижения указанной цели был поставлен и решен ряд последовательных **задач:**

- ✓ анализ статистики дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и тяжести их последствий по причине технической неисправности в РФ с выявлением систем, оказывающих определяющее влияние на безопасность;
- ✓ анализ зарубежного опыта, нормативов, патентов и методов испытаний модифицированных ТС с определением возможности сопоставимости результатов испытаний;
- ✓ разработка классификации видов переоборудования с последующим

формированием методик и научного обоснования комплекса унифицированных технических требований к ТС при оценке соответствия конкретных видов переоборудования;

- ✓ совершенствование математических моделей для расчетных исследований тормозной динамики и поперечной статической устойчивости переоборудованной специализированной техники при определении показателей безопасности с учетом изменения положения центра масс и параметров движения с подтверждением контрольными натурными испытаниями;
- ✓ разработка алгоритмов инженерной оценки соответствия требованиям к безопасности колесных транспортных средств, при внесении изменений в конструкцию;
- ✓ разработка расчетно-экспериментальных методик определения положения центра масс специализированных автотранспортных средств (САТС), при внесении изменения в конструкцию.

Объект исследования – колесные транспортные средства при изменении в штатную конструкцию на стадии эксплуатации и до выпуска в обращение.

Методы и средства исследования базируются на основных положениях теории вероятности и математической статистики, технологии экспертного прогнозирования, теории менеджмента рисков, математического и физического моделирования процессов движения и статики и теории системного анализа. Применяются базовые положения теории автомобиля и технической эксплуатации автомобиля, а также следующие программные продукты СУБД Lotus IBM Notes и др.

Научная новизна диссертационной работы:

- ✓ Предложен научно-обоснованный риск-ориентированный метод формирования регламентируемых на государственном уровне технических требований по безопасности к колесным транспортным средствам, в случае проведения в их конструкции конкретных видов переоборудования.
- ✓ Разработана классификация потенциальных изменений конструкции транспортных средств по их видам и типам, критерии отнесения переоборудования к различным видам воздействий, что позволило дифференцировать условия проведения проверок, объекты проверок и контролируемые параметры при внесении изменений в конструкцию ТС.
- ✓ Выполнено усовершенствование математических моделей многоосных транспортных средств, позволяющих определять допустимые поля изменений координат положения центра масс базовых транспортных средств, при их переоборудовании, без проведения испытаний по опрокидыванию.
- ✓ Разработана методика расчетно-экспериментальных оценок тормозных свойств и устойчивости многоосных специализированных АТС.

Практическая значимость диссертационной работы:

- ✓ Результаты диссертационного исследования включены в разработанный автором межгосударственный стандарт ГОСТ 33995-2016 «Транспортные средства. Порядок оценки соответствия при внесении изменений в конструкцию транспортного средства, выпущенного в обращение», а также применены в законотворчестве;
- ✓ Использование в деятельности аккредитованных лиц и других профессиональных организаций методики инженерных расчетов, математических моделей, унифицированных алгоритмов оценки, классификации, оснащенности и программ для проведения технической экспертизы и для возможности обеспечения доступности процесса проведения исследований при переоборудовании в регионах;

- ✓ Сформулированы рекомендации для заводов-изготовителей о публикации технической информации по допустимым полям изменения положения центра масс с гарантированными параметрами безопасности конструкции тормозной системы и устойчивости АТС для надстройщиков и экспертов;
- ✓ Создано и внедрено прикладное программное обеспечение с информационной базой данных для автоматизации работы аккредитованных лиц, а также программа для предварительного расчета угла опрокидывания с использованием ЭВМ;
- ✓ Представлен статистический анализ ДТП, парка и обзор международного опыта переоборудования и составлены некоторые элементы плана стандартизации по находящимся в эксплуатации ТС.

На защиту выносятся положения научной новизны, практическая значимость, результаты в виде разработанной методики и выводы по работе.

Реализация работы. Основные положения работы используются в испытательной лаборатории «ПТИА-АВТО» при проведении оценки соответствия требованиям к безопасности колесных транспортных средств, находящихся в эксплуатации, при внесении изменений в их конструкцию, а также внедрены в деятельность членов Ассоциации «НАПТО», что подтверждается актами внедрения.

Материалы диссертационной работы рекомендованы ААИ (п.10 Решения 95-ой международной научно-технической конференции ААИ от 09.06.2016) для практического использования сотрудниками технического надзора и специалистами, занятыми в данной сфере.

Проведен полный цикл разработки, согласования, принятия и внедрения межгосударственного стандарта ГОСТ 33995-2016 «Транспортные средства. Порядок оценки соответствия при внесении изменений в конструкцию, выпущенных в обращение». При общественных обсуждениях проектов нормативно-правовых актов были направлены отзывы и предложения по совершенствованию законодательной базы.

Результаты разработки программного обеспечения и методика внедрены в деятельность аккредитованных лиц.

Апробация работы. Научные публикации и выступления по теме диссертации заслушивались и обсуждались на 95-й Международной научно-практической конференции ААИ (5 июня 2016 г.), на круглом столе «Совершенствование государственного надзора в части технического состояния транспортных средств» в Государственной Думе Федерального созыва (21 июля 2016 г.), на 101-ой Международной научно-практической конференции ААИ (6 декабря 2017 г.), на семинаре повышения квалификации экспертов по техническому обслуживанию и ремонту ТС на базе АНО «РССП» (18 июля 2019 г.), на Международном автомобильном научном форуме (МАНФ-2019) (17 октября 2019 г.) и на семинарах по ОБДД «Государственная программа до 2030 года» (2 декабря 2019 г.).

Публикации.

По теме опубликовано 9 печатных работ, в том числе 7 статей в научных журналах, сборниках и изданиях рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата технических наук, 1 статья в журнале, индексируемом в базе данных Scopus.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав основного текста, общих выводов, и списка использованных источников и приложений.

Объём диссертационной работы изложен на 177 страницах машинописного текста, включающих 52 рисунка, 7 таблиц, приложения и список используемых источников из 121 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность научной задачи, решаемой по теме диссертации, определены цели и задачи исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены объект и предмет исследований, отражены практическая значимость работы и реализация её результатов.

В первой главе рассмотрены и проанализированы мировые и отечественные исследования и опыт в проблемной области, связанные с современным состоянием нормативно-технической базы комплексной оценки соответствия эксплуатируемых комплектных колесных транспортных средств при внесении изменений в их конструкцию.

Большой вклад в исследования и разработку мероприятий по конструктивной безопасности (активной, пассивной, послеаварийной и экологической безопасности), конструкции транспортных средств, методов их испытаний, проблемам сертификации и эксплуатационной оценки, включая методики оценки технического состояния парка и переоборудованных транспортных средств внесли ученые, в их числе: Бахмутов С.В., Безверхий С.Ф., Блянкинштейн И.М., Гаевский В.В., Гаронин Л.С., Гируцкий О.И., Горелов В.А., Грифф М.И., Грошев А.М., Гусаров А.П., Жилейкин М.М., Звонов В.А., Зленко М.А., Зубриський С.Г., Иванов А.М., Каменев В.Ф., Кисуленко Б.В., Кондратьев В.Д., Коровкин И.А., Котиев Г.О., Кутенев В.Ф., Майборода О.В., Мороз С.М., Нефедьев Я.Н., Никульников Э.Н., Петрушов В.А., Ротенберг Р.В., Рябчинский А.И., Сальников В.И., Сайкин А.М., Фаробин Я.Е., Якимов А.Д.

Проведен обзор и анализ официальной статистики состояния безопасности дорожного движения во взаимосвязи с государственным регулированием, статистики состояния парка автотранспортных средств страны, ДТП, связанных с конструкцией и техническим состоянием АТС с распределением по системам. В результате установлено, что наблюдается существенный рост ДТП по причине технической неисправности, а также высокая тяжесть последствий подобных случаев, во-многом, по причине отсутствия реального технического осмотра в соответствующий период времени, несвоевременное техническое обслуживание и ремонт, а также несоблюдение ПДД в части безопасности конструкции автомобиля (Рис. 1).

Показатели тяжести последствий ДТП с 1996 по 2019 год (число погибших в 100 ДТП и число погибших на 100 пострадавших) в общей характеристике аварийности составляют 14,8 и 12,1, то эти же показатели из-за технической неисправности составляют соответственно 20,0 и 14,8. При этом показатель тяжести последствий ДТП (число погибших на 100 пострадавших) в нашей стране значительно выше, чем в Германии, Швеции, США, Финляндии, Франции и других странах. В 2013 году в нашей стране он составил 10,5. В то время как в Германии он равен 0,9; в Швеции – 1,3; в США – 1,4; в Финляндии – 3,9; во Франции – 4,6. В других странах ЕАЭС данный показатель также имеет высокое значение: Армения – 8,3; Беларусь – 18,0; Казахстан – 10,2; Киргизия – 11,4.

Продолжается старение парка эксплуатируемых ТС. Так по сведениям Госавтоинспекции, на начало 2020 года парк АТС в России по сроку эксплуатации распределяется таким образом: 27,7 % - менее 5 лет, 21,5 % - от 5 до 10 лет и 50,8 % - более 10 лет.

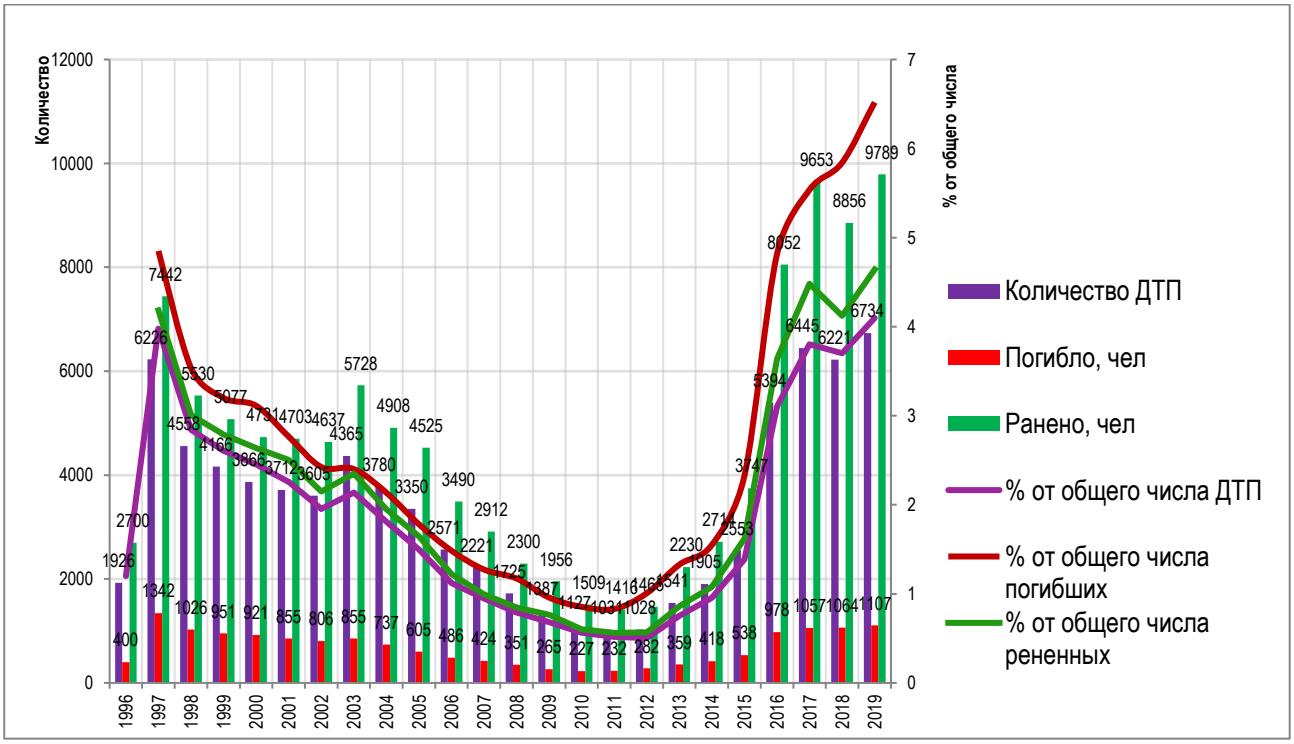
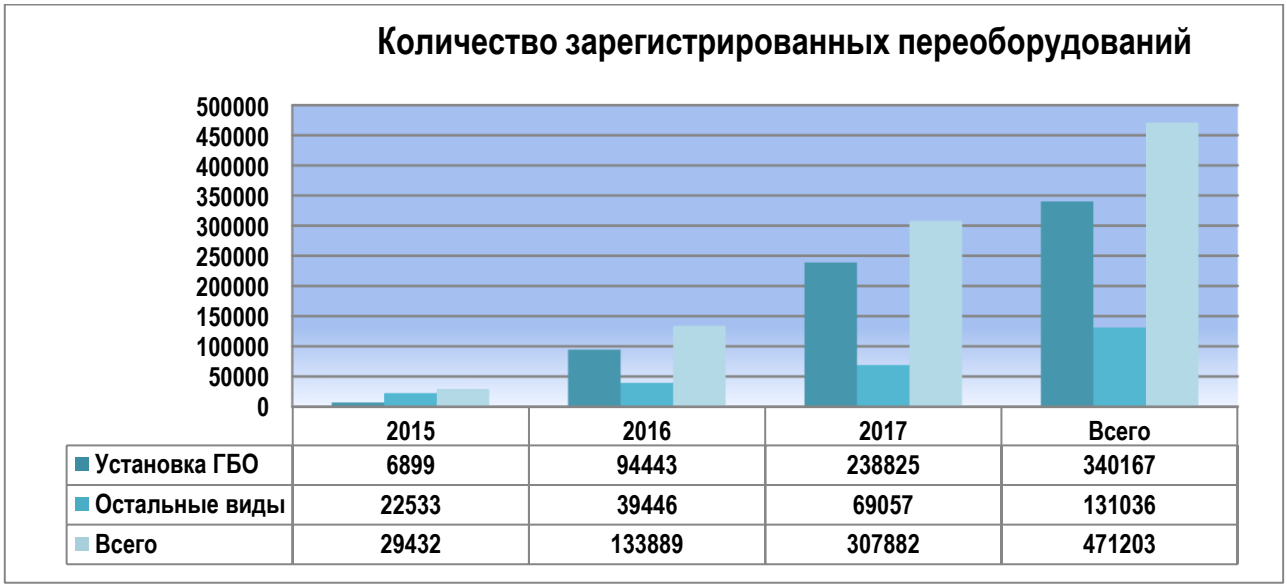


Рисунок 1 - Динамика показателей аварийности по причине неудовлетворительного технического состояния АТС в Российской Федерации

Согласно данным РФЦСЭ статистика элементов конструкции, явившихся причиной ДТП из-за технических неисправностей, распределяется следующим образом: система тормозного управления – 48,4%; система рулевого управления – 28%; ходовая часть и трансмиссия – 8,7%; колеса и шины – 9,4%; световые приборы и электрооборудование – 1,6%; прочее – 3,7%. Статистика ДТП по причинам несоответствий в системах и агрегатах АТС показывает, что наибольшее их число приходится на нарушения тормозных свойств, управляемости и устойчивости, напрямую зависящих от нарушений распределения масс. Поэтому наибольший потенциальный урон, связанный с гибелью и ранением людей в результате ДТП, может принести неправильное вмешательство в эти системы.

Представлена статистика внесений изменений в конструкцию, которые зарегистрированы с момента начала действия технического регламента Таможенного союза, исходя из чего делается вывод о необходимости унификации программ инженерной оценки внесения изменений в конструкцию и подготовки компетентного персонала (Рис. 2). Также представлен пример анализа архива одной испытательной лаборатории с распределением по видам и категориям ТС. В результате анализа установлено, что внесению изменений в конструкцию более всего подвергаются грузовые автомобили (около 45 %), причем значительная часть изменений приходится на действия, приводящие к существенному изменению положения центра масс (защита груза, изменение типа кузовов и планировки, установка дополнительного оборудования, и т.д.).

На основании официального аналитического обзора ФАУ НИА установлено, что существует недостаточное количество аккредитованных лиц по субъектам РФ и, тем самым, не развита инфраструктура, что ограничивает доступность процедуры внесения изменений.



	2015	2016	2017	Всего
Установка ГБО	6899	94443	238825	340167
Остальные виды	22533	39446	69057	131036
Всего	29432	133889	307882	471203

Рисунок 2 - Данные ГУ ОБДД МВД России по оформленным свидетельствам о соответствии конструкции с внесенными изменениями в РФ

В Российской Федерации нет межведомственного единого унифицированного подхода к оценке социально-экономического ущерба от потери человеческой жизни, страховые компании России также не имеют единого подхода в оценке стоимости ущерба от смерти.

Систематизирована и приведена хронология развития технического регулирования в автомобилестроении, выполнен обзор научных исследований по оценке соответствия при внесении изменений в конструкцию, а также проведен анализ международного опыта. В результате установлено, что везде в мире к оценке привлекаются экспертные организации – органы инспекции или испытательные лаборатории (TÜV, DEKRA и др.), используются поверенные средства измерений, аттестованное программное обеспечение, используются сертифицированные автокомпоненты, а комплектное транспортное средство проверяется на эксплуатационную безопасность в ходе технического осмотра.

Таким образом, рекомендуется привлекать экспертное сообщество для разработки проектов документов по организационно-методическому сопровождению надзорной деятельности. Законодательство в данной сфере полностью зависит от стратегии МВД России, и в будущем в РФ могут привлекаться не только испытательные лаборатории, но и экспертные организации.

Осуществлен анализ действующих нормативно-правовых актов, который показал, что необходимо продолжить совершенствование нормативно-технической базы путем формирования эффективного механизма контроля конструкции транспортных средств в эксплуатации. Требуется разработка национального законодательства и стандартизации в части совершенствования административной процедуры согласования в отношении внесения изменений в конструкцию транспортных средств.

Установлены причины и востребованность внесения изменений в конструкцию на стадии эксплуатации, а также отношение автовладельцев к процедуре регистрации изменений в конструкцию. Существующая номенклатура из 11 видов переоборудования, содержащихся в приложении № 9 ТР ТС 018/2011, требует расширения путем добавления недостающих видов и требований в ТР ТС 018/2011 с учетом международного опыта и последующей актуализацией не реже, чем 1 раз в 5 лет. Реализация возможна через изменения к ТР ТС 018/2011.

Автором осуществлена разработка межгосударственного стандарта ГОСТ 33995-2016 «Транспортные средства. Порядок оценки соответствия при внесении изменений в конструкцию транспортного средства, выпущенного в обращение», утвержденного приказом Росстандарта от 21.09.2017 года N 1194-ст. В процессе согласования участвует целая цепочка организаций, в том числе сервисы, пункты технического осмотра, аккредитованные лица и уполномоченные отделы ГИБДД. (Рис. 3).

Рисунок 3 - Алгоритм порядка регистрации внесения изменений в конструкцию на стадии эксплуатации в Российской Федерации

Внесение изменений в конструкцию транспортных средств осуществляется в трех случаях: 1) до выпуска в обращение - тюнинг, 2) переоборудование на стадии эксплуатации, 3) капитальный агрегатный восстановительный ремонт. Основным критерием для отнесения воздействия к переоборудованию является сохранение штатной несущей системы или базового транспортного средства.

Для оценки соответствия при переоборудовании персонал аккредитованного лица последовательно использует следующие методы оценки: экспертную оценку, расчетный метод и экспериментальный метод. То есть, если недостаточно одного метода, то последовательно применяется следующий. Техническая сущность определяется соотношением имеющихся возможностей для количественного и органолептического контроля, но единые методы оценки конкретных видов изменений в конструкцию на сегодняшний день отсутствуют. При этом с точки зрения технических аспектов переоборудования должны быть выполнены требования документации производителя.

В заключении главы были сформулированы цель и основные задачи, решение которых необходимо для достижения этой цели.

Во второй главе приведены теоретические основы методики формирования требований к безопасности конструкции колесных транспортных средств, при внесении изменений в их конструкцию, поскольку в настоящее время не создано единого унифицированного комплекса процессов для достижения результата в виде оценки и экспертизы конструкции при внесении изменений на стадии эксплуатации.

Действующие стандарты, в том числе с требованиями для транспортных средств со специальным функциональным назначением, сертифицированные и аттестованные комплексы CAE и CAD систем для расчетов на ЭВМ, такие как ANSYS, LS/DYNA, NASTRAN, сопрягаемые с CAD-системами Unigraphics, CATIA, Pro/ENGINEER, SolidEdge,

SolidWorks, Autodesk Inventor и некоторые другие; различные приложения к AutoCAD (Robot Structural Analysis), а также программное обеспечение TrailerWIN, CraneWIN, FrameWIN, CornerWIN, BusWIN, BrakeWIN, DriveWIN, MSC ADAMS/Car (с приложениями) и прочие позволяют практически использовать их для предварительной оценки характеристик ТС с последующим проведением необходимых испытаний (измерений), при этом в ряде случаев, когда расчетные данные убедительно подтверждают безопасность транспортного средства по каким-либо параметрам, натурные испытания могут быть исключены.

Каждая экспертная организация для оценки конкретных видов предъявляет свои требования и использует свои методики, и не используется унификация подходов. Требуется произвести разработку комплексной системы получения оценочных параметров и нормативов, условий и режимов испытаний и контроля, требований к средствам измерений и технического диагностирования и их нормативной регламентации. Данная система должна представлять совокупность требований проверки конструктивной безопасности, эксплуатационной безопасности технического состояния и другие требования, в том числе к массе и внешним габаритам АТС, противопожарные и экологические, а также требования к подсоединению либо отсоединению и (или) креплению этих составных частей, герметичности, изоляции и другие. Необходимо определить оптимальные методы проверки соответствия конструкции установленным требованиям безопасности дорожного движения, что сделано в данном исследовании.

В частности, для оценки безопасности конструкции подержанных транспортных средств, при внесении изменений в конструкцию требуется система оценок (испытаний) по всем базовым эксплуатационным свойствам безопасности. Разработанные методы должны быть доступны на технологической базе испытаний (измерений), в них допустимы лишь испытания трудоёмкостью не более 8 чел.×ч., выполнимые на площадках ограниченных размеров, в реальных и тестовых режимах, без оценок деформируемости кузова, при минимально допустимой разборке составных частей.

Представлена перспективная структурная схема технического регулирования комплектных колесных транспортных средств в Российской Федерации на всем жизненном цикле продукции: до начала эксплуатации, при эксплуатации и до утилизации с учетом развития комплекса сертификации. По результатам практической деятельности по технической экспертизе конструкции научно обоснованы, и предложены алгоритмы процедур оценки соответствия при различных видах воздействий.

Впервые проведена подробная классификация по группам, условиям эксплуатации и типу регистрации, ответственности и виду внесения изменений в конструкцию транспортных средств. Выделены критерии отнесения различных видов воздействий. Сформулированы объекты проверки и контролируемые параметры.

Предложен риск-ориентированный подход в оценке влияния изменений в конструкцию ТС на безопасность дорожного движения при контрольно-надзорной деятельности. Для вычисления групповой экспертной оценки объектов при непосредственном оценивании предложена формула (1):

$$R = \sum_{i=1}^{n} (V_i \times T_i \times N_i), \quad (1)$$

где: V – вероятность наступления ДТП, T- тяжесть последствий, N – количество обращений, n – количество возможных видов изменений конструкции. Если выполнен только один вид внесения изменений в конструкцию, то диапазон итогового риска от 1 до 125. На основе данного подхода можно схематично представить риск в трехмерном виде как поверхность с

градиентной заливкой, где цвет изменяется от зеленого до красного по степени опасности (Рис. 4). Итоговый риск предлагается разделить на две группы: до 30 и свыше 30, для повышенного внимания при оценке возможности внесения изменений в конструкцию ТС.

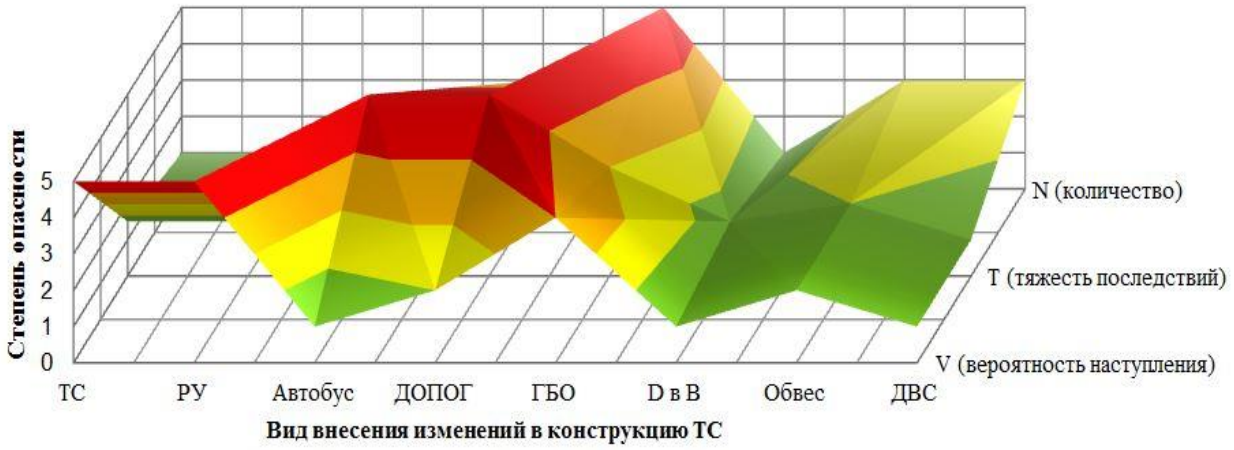


Рисунок 4 - Оценка риска по некоторым видам переоборудования

В прикладной части работы создано программное обеспечение для автоматизации документооборота в испытательной лаборатории. В условиях всеобщего внедрения современных автоматизированных информационных технологий и связанной с этим проблемой несогласованности подобных систем, требуется разработка унифицированной прикладной базы данных для сертификации комплектных транспортных средств, которая может стать перспективным решением по созданию глобального архива и системы учета для разных органов исполнительной власти с целью ведения реестра и выявления недобросовестных организаций для оперативного принятия мер воздействия путем введения риск-ориентированных подходов в контроле за их деятельностью.

В контексте всеобщей процедуры цифровизации на примере электронных паспортов ТС (ЭПТС) стоит обратить внимание, что к концу 2019 года оформлено более 210 тысяч электронных паспортов транспортных средств и эти, выпущенные в обращение, ТС также подвергаются изменению конструкции в эксплуатации.

Логичным развитием базы данных электронных паспортов может стать перспектива создания электронных процедур, в том числе оформление свидетельств о соответствии транспортного средства с внесенными изменениями требованиям безопасности, что позволит в полной мере реализовать концепцию доступности информации о жизненном цикле объекта повышенной опасности. А для автовладельцев необходимо обеспечить реализацию решения ЕЭК №122 от 22.09.2015, в части п.13 Приложения №3 (заполнения сведений и характеристик о переоборудовании в ЭПТС), а также внесения сведений об измененных характеристиках транспортного средства после воздействия на основании Приложения №5 решения ЕЭК №232 от 9.12.2014 г. с идентификацией по аналогии с единичными транспортными средствами.

Обозначены общие методы оценки и экспертизы внесения изменений в конструкцию транспортных средств, а также стандарты с техническими требованиями и методами. Методы для оценки и экспертизы согласно Приложению №9 ТР ТС 018/2011 и назначение проверок при различных видах переоборудования представлены на Рис. 5.

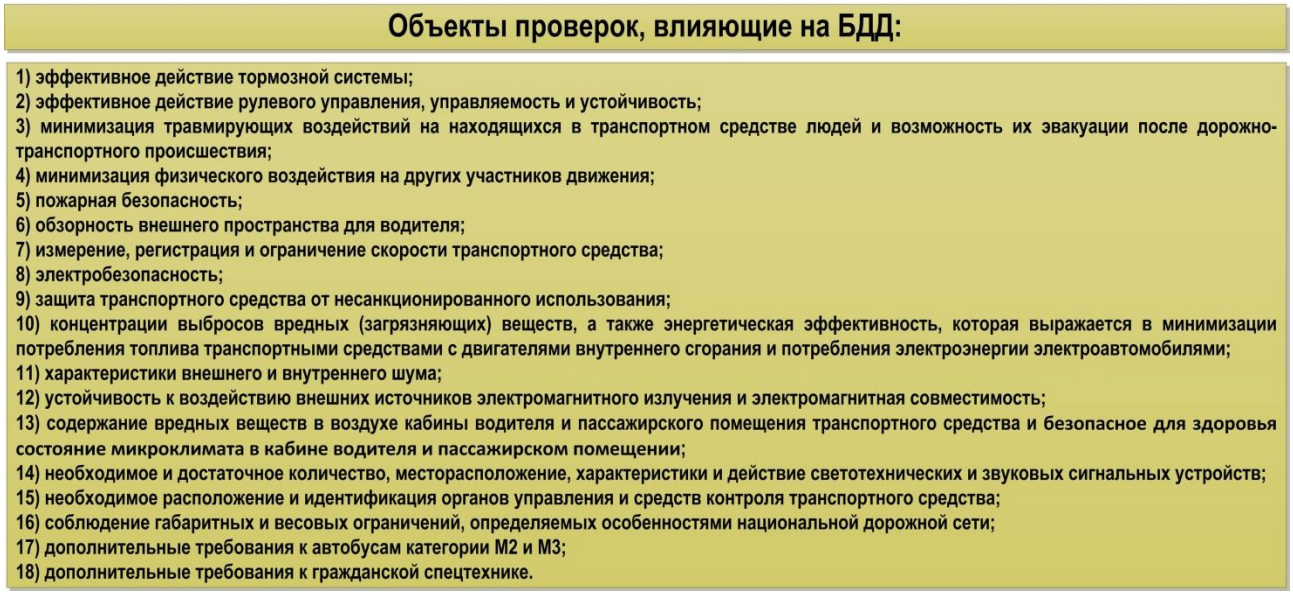


Рисунок 5 - Объекты проверок ТС при переоборудовании и тюнинге

Научно обоснованы и составлены блок-схемы инженерной оценки соответствия требованиям к безопасности колесных транспортных средств, находящихся в эксплуатации, при внесении изменений в их конструкцию, которые включают три последовательных метода: аналитический, расчетный и экспериментальный. Использование данного набора методов позволяет эффективно оценить безопасность конструкции ТС, повысить точность и аргументированность проведённых экспертиз и испытаний, что, в свою очередь, снизит вероятность ДТП по причине технической неисправности ТС.

В контексте данного исследования предложен состав оснащения аккредитованных лиц необходимым для проверки оборудованием, включающим средства измерений и вспомогательное оборудование (Рис.6) для исследования, контроля и диагностики технического состояния колесных транспортных средств при внесении изменений в конструкцию на стадии эксплуатации.

Усовершенствована классификация специальных и специализированных АТС (САТС). Одним из важнейших среди испытаний, связанных с эксплуатационной безопасностью, является проверка тормозной динамики. Проверку эффективности тормозной системы САТС на роликовом стенде предлагается использовать в качестве основного и единственного испытания для оценки соответствия при внесении изменений в конструкцию САТС на тормозные свойства, а остальные показатели определять из расчетов или косвенно. Использовать модель расчета замедления САТС с недостатком исходных данных можно в качестве предварительной оценки дальнейших испытаний или более точных расчетов, а для увеличения точности сертификационных расчетов при недостатке исходных данных необходимо использовать результаты расчетов базового транспортного средства.

Как отмечено выше внесению изменений в конструкцию более всего подвергаются грузовые автомобили, причем значительная часть изменений приходится на действия, приводящие к существенному изменению положения центра масс. Проведены исследования специализированных ТС в отношении тормозной динамики и устойчивости.

Рисунок 6 - Схема обоснования оснащения испытательной лаборатории по оценке комплектных ТС в эксплуатации при переоборудовании

В третьей главе изложена разработанная методика расчетного исследования тормозных свойств и устойчивости САТС.

Проведенные ранее исследования позволили установить допустимые отклонения координат центра масс различных типов транспортных средств в снаряженном состоянии и при полной массе по условиям сохранения устойчивости при торможении (Рис. 7, 8).

Усовершенствована математическая модель для оценки эффективности тормозных систем и устойчивости в зависимости от изменения координат расположения центра масс специализированной техники, используемая при внесении изменений в конструкцию ТС и проведении проверочных расчетов.

Предложен расчетный метод определения статической развесовки транспортного средства и горизонтальных координат центра масс. Установлено, что наибольшей проблемой,

с которой сталкиваются инженеры при замене натурных испытаний расчетом или моделированием на ЭВМ, является отсутствие или недостоверность исходных данных. Для целей определения недостающих исходных данных предлагаются упрощенные экспериментальные методы, которые можно реализовать с помощью распространенного оборудования, тем самым обеспечив доступность проведения проверок во всех субъектах РФ, то есть без использования автополигона на базах испытательных лабораторий или дооснащенных пунктах технического осмотра.

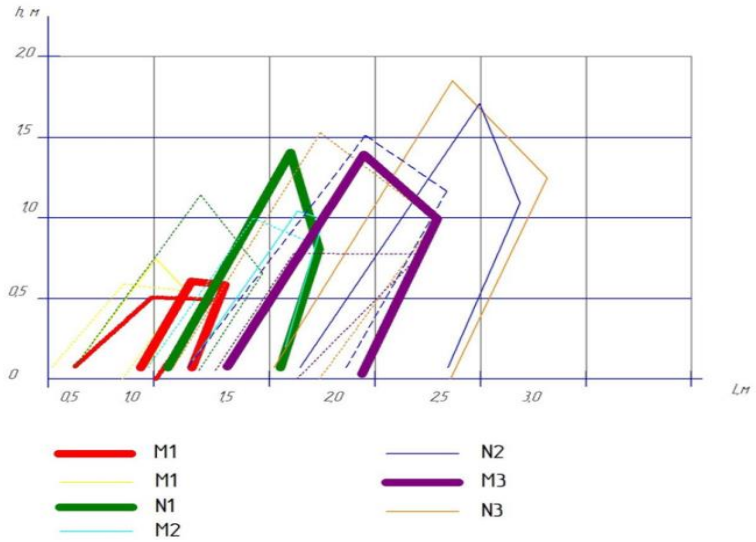


Рисунок 7 - Допустимые границы изменения положения центра масс АТС,
где: L – горизонтальное расстояние от центра масс до передней оси, (м), а h – вертикальное расстояние до центра масс (высота), (м)

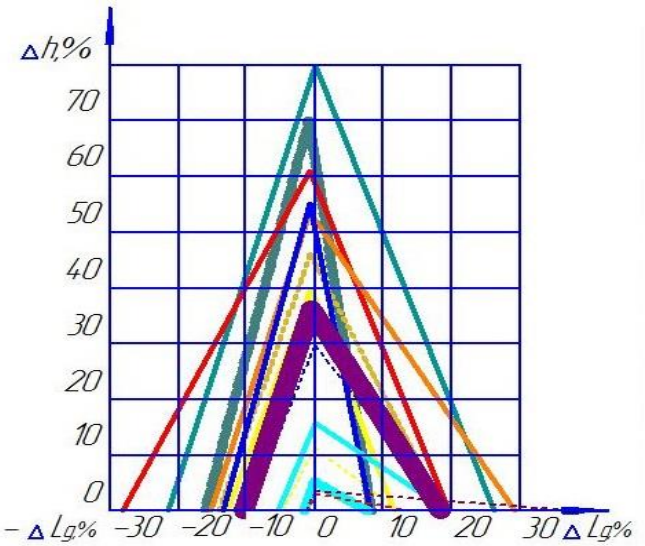


Рисунок 8 - Поля допустимого изменения положения центра масс различных автотранспортных средств в состоянии снаряженной и полной массы,
где: ΔLg – отклонение горизонтальной составляющей центра масс от передней оси, (%), а Δh, – отклонение вертикальной составляющей центра масс, (%)

В рамках работы устанавливается роль и место экспертных организаций (органов инспекции), способных выполнять работы по технической экспертизе конструкции ТС в случае внесения изменений в конструкцию.

Выполненные аналитические исследования показывают, что для повышения точности определения статических и динамических характеристик АТС, связанных с изменением координат центра масс, необходимо учитывать упругость шин и подвески шасси грузовых автомобилей и прицепов к ним, а для специализированных наливных (насыпных) ТС - учитывать смещение центра масс при различных внешних нагрузках.

Противоречие частично может быть разрешено путем разработки рекомендаций завода-изготовителя о допустимом изменении колесной базы, заднего свеса, статической развесовки, координат расположения центра масс, а также, в обоснованных случаях, изменении конструкции тормозной системы.

Существует необходимость разработки расчетной методики оценки тормозных свойств и устойчивости специализированной техники в зависимости от положения центра масс с учетом влияния габаритов и масс ТС, и надстройки с обеспечением безопасности дорожного движения.

Согласно предложенной методике, если для проверяемой модели САТС известны допустимые границы изменения положения центра масс, то эксперт может использовать изображенные графически поля допустимости. Если же изменение координат положения центра масс САТС превышает установленные значения, должна быть назначена проверка тормозных свойств САТС с внесенными в его конструкцию изменениями. Проверка может проводиться расчетным и экспериментальным методами.

В качестве примера, который является одним из элементов исследования, приведен информативный случай определения критической скорости движения САТС по поперечной устойчивости к опрокидыванию при движении по криволинейному участку дороги с учетом деформации шин и рессор.

Нарушение поперечной устойчивости при движении САТС по участкам дороги с радиусом кривизны R может происходить либо по боковому опрокидыванию САТС, либо по боковому скольжению.

В первом приближении критическая скорость движения САТС по боковому опрокидыванию на горизонтальном участке дороги равна:

$$V_{\text{кр опр}} = 2{,}21\sqrt{BR/hg}, \text{ м/с} \qquad (2)$$

При уточненных расчетах учитывается деформация рессор и шин:

$$V_{\text{кр опр}} = 2{,}21\sqrt{\frac{BR}{\text{hg}+\frac{\text{hкр}^2\text{m}'}{0{,}5\text{КрСр}B\text{р}^2}+\frac{\text{hшm}'}{0{,}5\text{Сш}B^2}+\frac{\text{ma}}{\text{Сшб}}}}, \text{ м/с} \qquad (3)$$

где: h_g - высота центра масс САТС, м;

$h_{кр}$ – плечо крена подрессоренной массы на рессорах, м;

m' – подрессоренная масса, кг;

$C_р$ – жесткость рессор одного борта, Н/м;

B – колея САТС, м;

$B_р$ – рессорная ширина колеи, м;

$h_ш$ – плечо крена подрессоренной массы из-за разной радиальной деформации шин колес разных бортов, м;

$C_ш$ – радиальная жесткость шин одного борта, Н/м;

$C_{шб}$ – общая боковая жесткость шин, Н/м;

$K_р$ – 1,05-1,25 – коэффициент увеличения жесткости рессор при поперечном скручивании.

Анализ результатов расчетных исследований математической модели по критерию критической скорости должен показывать, что:

- расчетная критическая скорость при торможении рабочей тормозной системой должна превысить максимальную скорость автомобиля. Иными словами, в данном случае САТС не должно терять устойчивости во всем диапазоне скоростей движения;

- расчетная критическая скорость при торможении рабочей тормозной системой в зависимости от колесной базы САТС при различных положениях центра масс должна превышать максимальную конструктивную скорость САТС, что обеспечивает устойчивость движения на всех режимах эксплуатации.

Расчетный метод основан на проверке соотношений уровней сцепления, реализуемого колесами всех осей САТС, и величины коэффициента его торможения, предписанных Правилами ООН №13.

Представлены расчеты тормозного пути САТС, замедления САТС при торможении, ограничения скорости движения САТС по курсовой устойчивости и ограничения скорости движения САТС по поперечной устойчивости. Приведена классификация поперечной устойчивости, а также представлены примеры оценки рисков опрокидывания САТС.

Подробно представлена методика статистического моделирования показателей устойчивости САТС на основе измерений геометрических параметров. Даны результаты расчета на примере многоосного автокрана LIEBHERR. По данной методике создана программа расчёта на Delphi (в среде MS Windows). Методика позволяет оценить устойчивость САТС в статике с учетом деформации рессор и шин. В основу методики положен тот факт, что при наклоне САТС по крену даже на несколько градусов происходит деформация рессор и шин, изменяется геометрия САТС и это заводские характеристики. Можно расчётами определить эти изменения и учесть их при определении новых координат центра масс и критического угла устойчивости САТС.

Разработанная методика статистического моделирования со случайным варьированием погрешности исходных данных и программа, написанная с использованием ЭВМ, позволяют проводить уточненные расчёты параметров поперечной статической устойчивости САТС при наличии технической документации и чертежей САТС. Это единственный на данный момент способ найти критический угол наклона таких крупногабаритных САТС, как, например, автокран LIEBHERR.

Сделан вывод о необходимости включения Правил ООН №111 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автоцистерн категории N и O в отношении их устойчивости к опрокидыванию», в доказательственную базу технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011).

В четвёртой главе проведены исследования и анализ оснащенности испытательной базы, стандартов на методы испытаний САТС и погрешности при оценке соответствия тормозной динамики и устойчивости в составе типа, единичном транспортном средстве и внесении изменений в конструкцию на стадии эксплуатации. Кроме того, описаны экспериментальные исследования тормозных свойств и устойчивости САТС.

Известны два «классических» способа экспериментального определения положения центра масс: метод подъема САТС и метод бокового опрокидывания САТС.

Экспериментальный метод применяется для контроля тормозных свойств снаряженного САТС. При этом используются приборы типа «ЭФФЕКТ-02», CTM16000 или Racelogic VBOX и др. с контролем величин установившегося замедления, тормозного пути и

времени нарастания замедления по методике контроля, приведенной в ГОСТ 33997-2016. Автомобиль после внесения изменения в конструкцию должен соответствовать требованиям п.4.1 ГОСТ 33997-2016.

На основе данной методики оценки заводам-изготовителям базовых шасси транспортных средств необходимо дополнить информационные материалы (рекомендации) для надстройщиков информацией о допустимых границах (полях) изменения положения центра масс, то есть, о так называемых гарантированных «параллелограммах», в зависимости от колесной базы и типа загрузочного пространства. При этом монтаж специализированного кузова надстройки в пределах предусмотренного конструкцией диапазона не влияет на тормозные свойства, устойчивость, и, соответственно, не требуются дорогостоящие полигонные испытания. Результаты испытаний базового шасси допускается распространить на специализированную технику.

Помимо тормозных свойств положение центра масс оказывает существенное влияние на устойчивость. В работе представлено определение угла начала опрокидывания для САТС на стенде.

Выполнена проверка погрешности математической модели. Полученные при проведении численного эксперимента углы опрокидывания соответствуют используемым в натурном эксперименте, расхождение не превышает 3%. Таким образом, применение расчетно-аналитического метода определения угла опрокидывания позволяет заблаговременно запрограммировать устройство вызова аварийных и экстренных служб для определения автоматического срабатывания, предусмотренного разработанным ФГУП «НАМИ» неразрушающего метода испытаний по ГОСТ 34003-2016 для всех новых типов САТС категорий ТС N2 и N3(G) при опрокидывании транспортного средства.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. В России ежегодная потребность юридических лиц и индивидуальных владельцев в изменении конструкции транспортных средств в целях повышения эффективности перевозочного процесса составляет около 200 тысяч. Исследования показали, что около 45 % всех переоборудований приходится на грузовые автомобили. При этом значительная часть - до 60 % - переоборудований приходится на внесения конструктивных изменений, приводящие к существенному нарушению координат центра масс АТС. Статистика ДТП по причине технической неисправности в РФ и парку показывает, что наибольшее их число приходится на нарушения тормозных свойств (48,4%), управляемости и устойчивости (28%), напрямую зависящих от нарушений распределения масс. Ситуация осложняется тем, что более половины парка эксплуатируется свыше 10 лет. В мировой практике технически развитых стран при оценке переоборудования привлекаются экспертные организации, используются поверенные средства измерений, аттестованное программное обеспечение, используются сертифицированные автокомпоненты, а комплектное транспортное средство проверяется на эксплуатационную безопасность в ходе технического осмотра.

2. Создана методика комплексной оценки и обеспечения безопасности колесного транспортного средства при внесении изменений в конструкцию с учетом риск-ориентированного подхода, что позволяет решить задачу организационно-технического обеспечения соответствующей проверки на стадии эксплуатации.

3. Разработанная методика проверена и верифицирована на основании репрезентативной выборки на примере определения допустимых пределов (полей) изменений

координат центра масс базовых транспортных средств, а также САТС в зависимости от используемого кузова надстройки. Созданы доступные методики расчетно-экспериментальных проверок тормозных свойств и устойчивости специализированных АТС, включая прикладное программное обеспечение для расчетов угла опрокидывания САТС с использованием ЭВМ. Учет деформации рессор и шин позволяет повысить точность расчета угла опрокидывания САТС и достичь расхождения между расчетом и экспериментом в пределах 3%.

4. На основе многолетнего опыта исследования колесных транспортных средств и современного уровня развития автомобилестроения подготовлена классификация внесения изменений по их видам, типам и по группам, определены критерии отнесения к различным видам воздействий, условия проведения проверки, объекты проверки и контролируемые параметры при внесении изменений в конструкцию транспортных средств, а также алгоритмы инженерной оценки и требования к оснащенности: типаж и основные технические характеристики средств технического диагностирования, гаражного и вспомогательного оборудования.

5. Научно обоснована процедура оценки внесения изменений в конструкцию и проведен полный цикл разработки межгосударственного стандарта ГОСТ 33995-2016 «Транспортные средства. Порядок оценки соответствия при внесении изменений в конструкцию транспортного средства, выпущенного в обращение», а многие положения исследования нашли свое применение в Постановлении Правительства РФ № 413 от 06.04.2019 «Об утверждении Правил внесения изменений в конструкцию находящихся в эксплуатации колесных транспортных средств и осуществления последующей проверки выполнения требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств», а также в Приказах МВД России №612 и №613 от 10.09.2019 по государственным услугам.

6. Основные положения исследования включены в проект «изменений №3» к ТР ТС 018/2011 в целях развития сложившейся системы технического регулирования в автомобилестроении (сертификации), составлении элементов плана стандартизации по находящимся в эксплуатации транспортным средствам и предложений по организации эффективной работы системы контроля параметров безопасности конструкции транспортных средств, в случае их переоборудования.

7. Разработана и внедрена в деятельность аккредитованных лиц прикладная программа с информационной базой данных с использованием существующего распространенного программного обеспечения СУБД IBM Lotus Notes для автоматизации работы аккредитованных лиц, занимающихся проведением проверки находящихся в эксплуатации колесных транспортных средств при внесении изменений в конструкцию, которая позволяет масштабировать и унифицировать процедуру во всех уполномоченных организациях, а также обоснованы предпосылки для электронной цифровизации паспортов транспортных средств.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ:

Статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК

1) Перспективы нормативно-правового регулирования и некоторые результаты деятельности по контролю за конструкцией и техническим состоянием автотранспортных

средств, находящихся в эксплуатации / Кириллов К.А. // Труды НАМИ. – 2016. – № 2 (265). – С. 66–75. https://elibrary.ru/item.asp?id=27174010

2) Регламентация требований к безопасности автотранспортных средств (АТС) в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС), при внесении изменений в конструкцию / Кириллов К.А. // Труды НАМИ. – 2016. – № 3 (266). – С. 63–72. https://elibrary.ru/item.asp?id=27386464

3) Международный опыт оценки соответствия требованиям безопасности внесённых изменений в конструкцию транспортных средств, в том числе и находящихся в эксплуатации / Кириллов К. А. // Труды НАМИ. — 2016. — № 4 (267). — С. 61–70. https://elibrary.ru/item.asp?id=28307079

4) Пожарная безопасность конструкции автобусов большой вместимости / Кириллов К. А. // Труды НАМИ. — 2017. — № 1 (268). — С. 37–52 https://elibrary.ru/item.asp?id=29445355

5) Методология формирования требований к безопасности конструкции колёсных транспортных средств, при внесении изменений в их конструкцию, в том числе находящихся в эксплуатации, включая методы оценки и экспертизы / Кириллов К.А. // Труды НАМИ. – 2017. – № 2 (269). – С. 55–68. https://elibrary.ru/item.asp?id=29827488

6) Новый стандарт по административному аспекту регистрации внесения изменений в конструкцию транспортного средства / Гируцкий О.И., Кириллов К.А. // Известия МГТУ «МАМИ». – 2017. – № 4 (34). – С. 83–92. https://elibrary.ru/item.asp?id=32277813

7) Перспективы развития и блок-схемы инженерной оценки соответствия требованиям к безопасности колесных транспортных средств, находящихся в эксплуатации, при внесении изменений в их конструкцию / Гируцкий О.И., Кириллов К.А. // Журнал ААИ - №1 (108) (2018). – С.48-53 https://elibrary.ru/item.asp?id=32729938

Статьи в журналах, индексируемых международной системой цитирования Scopus

8) Girutskiy O I, Kirillov K A 2020 Regulatory legal and technical confirmation with the risk analysis while mounting ITS (intelligent transport systems) auxiliary equipment or replacing power units *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 819 (2020) 012038 https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/819/1/012038

Статьи в прочих научных изданиях

9) Современное оборудование для исследования и контроля и диагностики технического состояния колесных транспортных средств, при внесении изменений в конструкцию на стадии эксплуатации / Гируцкий О.И., Кириллов К.А. // Транспортные системы - №1 (11) (2019). – С.19-34 https://www.transport-systems.ru/images/2019/2019_01_003.pdf

Подписано в печать 03.07.2020 г.
Формат А5
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 100 Экз. Заказ № ХП-130405-7-20
Типография ООО “МДМпринт”
(Печатный салон МДМ)
119146, г. Москва, Фридриха Энгельса, д. 3-5, с.1
Тел. 8 (495) 256-10-00